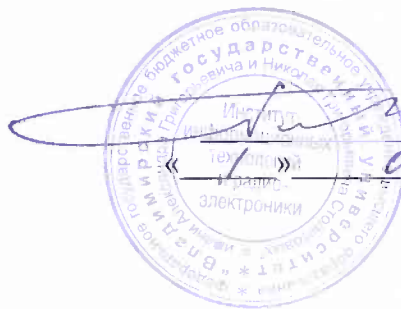


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и
Николая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ)
Институт информационных технологий и радиозлектроники

УТВЕРЖДАЮ
Директор института



А.А. Галкин
2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Статистическая теория связи»

Направление подготовки: 11.04.01 Радиотехника

Направленность (профиль) подготовки:

Радиотехнические и телекоммуникационные системы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Подготовка в области знания основных положений теории связи, статистических свойств радиоканалов для расчета современных радиотехнических систем и создания радиоэлектронной аппаратуры.

Задачи: Формирование практических навыков работы с научными методами расчета и конструирования аппаратуры, управления коллективами в области научно-исследовательской деятельности и организационно-управленческой деятельности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Статистическая теория связи» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
УК-1.	УК-1.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации УК-1.2. Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности УК-1.3. Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений	Знает методы системного и критического анализа; методики обработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации. Умеет применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации. Владеет методологией системного анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действия.	Опрос по пройденному теоретическому материалу. Тестовые вопросы.
ОПК-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественно-научную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного	ОПК-1.1 Знает тенденции и перспективы развития радиотехники, а также смежных областей науки и техники. ОПК-1.2 Умеет использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельности ОПК-1.3 Владеет методиками оценки эффективности предлагаемых вариантов.	Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественно-научную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора. Знает тенденции и перспективы развития радиотехники, а также смежных областей науки и техники. Умеет использовать передовой отечественный и зарубежный опыт в профессиональной сфере деятельности Владеет методиками оценки эффективности предлагаемых вариантов выбора решения проблем	Опрос по пройденному теоретическому материалу. Тестовые вопросы.

выбора			
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	ОПК-2.1. Знает методы синтеза и исследования моделей. ОПК-2.2. Умеет адекватно ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования ОПК-2.3. Владеет навыками методологического анализа научно-го исследования и его результатов.	Знает методы синтеза и исследования моделей. Умеет ставить задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования. Владеет навыками методологического анализа научного исследования и его результатов	Опрос по пройденному теоретическому материалу. Тестовые вопросы.
ОПК-4 Способен разрабатывать и применять специализированное программно-математическое обеспечение для проведения исследований и решения инженерных задач	ОПК-4.1. Знает методы расчета, проектирования, конструирования и модернизации радиотехнических устройств и систем с использованием систем автоматизированного проектирования и компьютерных средств. ОПК-4.2. Умеет осуществлять выбор наиболее оптимальных прикладных программных пакетов для решения соответствующих задач научной и образовательной деятельности. ОПК 4.3. Владеет современными программными средствами моделирования, оптимального проектирования и конструирования радиотехнических устройств и систем различного функционального назначения.	Знает методы системного анализа; тенденции и перспективы развития средств связи. Умеет применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий. Владеет методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действия; методологией системного анализа проблемных ситуаций.	Опрос по пройденному теоретическому материалу. Тестовые вопросы.
ПК-1	ПК-1.1. Знает принципы системного подхода в проектировании систем связи (телекоммуникаций) ПК-1.2. Знает современные технические решения создания объектов и систем связи (телекоммуникационных систем) и ее компонентов, новейшее оборудование и программное обеспечение ПК-1.3. Умеет использовать нормативно-техническую документацию при разработке проектной документации ПК-1.4. Владеет навыками оформления проектной документации в соответствии со стандартами и техническими регламентами	Способен самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов. Знает передовые методы организации сетей связи; методики построения линий связи. Умеет применять методы построения систем телекоммуникаций; разрабатывать дорожную карту построения сети связи, принимать результативные решения для ее реализации. Владеет методами научного проектирования радиосетей.	Опрос по пройденному теоретическому материалу. Тестовые вопросы.
ПК-2	ПК-2.1. Знает современные требования по производительности, доступности, безопасности, масштабируемости, интеграции технологий, управляемости систем связи (телекоммуникаций) ПК-2.2. Умеет определять задачи, решаемые с помощью инфокомму-	Способен выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ. Знает методы машинного модели-	Опрос по пройденному теоретическому материалу. Тестовые вопросы.

	никационной системы и ожидаемые результаты ее использования ПК-2.3. Владеет навыками сравнительного анализа и определения рисков, связанных с реализацией различных вариантов	рования сложных систем. Умеет использовать современные методы системного подхода и критического анализа; разрабатывать алгоритмы функционирования сложных устройств. Владеет методологией проведения измерительных работ; методиками обработки результатов моделирования и экспериментов.	
--	---	---	--

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часа.

Тематический план форма обучения – очная

	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	№ п/п	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа студентов	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1.	Введение. Классификация систем	3	1	2				1	
2.	Частотные диапазоны	3	2,3	2	2		1	4	
3.	Каналы связи	3	4,5	2	4		2	6	
4.	Характеристики систем передачи информации	3	6,7	2	2		4	5	Рейтинг-контроль 1
5.	Случайные сигналы и процессы. Замирания сигналов.	3	8,9	2	2		3	7	
6.	Модели сообщений, сигналов и помех	3	10,11	2	2		4	6	
7.	Методы анализа радиосистем.	3	12,13	2	2		3	4	Рейтинг-контроль 2
8.	Помехоустойчивое кодирование сигналов	3	14,15	2	2		4	4	
9.	Оптимальный прием и потенциальная помехоустойчивость	3	16,17, 18	2	2		2	8	Рейтинг-контроль 3
Всего за 1 семестр			18	18	18			45	Экз., 27
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине				18	18			45	Экз., 27

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Тема 1. Введение в теорию связи.

Содержание лекции. Статистические особенности радиосвязи. Аналоговые и цифровые системы связи.

Тема 2. Частотные диапазоны средств связи.

Содержание лекции. Особенности распространения радиоволн разных частотных диапазонов. Распределение частот между различными службами. Планы распределения частот на наземных линиях связи. Частотный ресурс спутниковых систем передачи информации.

Тема 3. Каналы связи.

Содержание лекции. Кабельные проводные и волоконно-оптические каналы передачи информации. Радиоканалы прямой видимости. Радиоканалы дальней радиосвязи. Статистические свойства многолучевых ра-

диоканалов. Особенности радиоканалов при наличии климатических изменений (гидрометеоры, смог, пылевые бури и т.д.). Подземные и подводные радиоканалы.

Тема 4. Характеристики систем передачи информации.

Содержание лекции. Основные параметры радиосистем: энергопотенциал, мощность передатчика, чувствительность приемника, ЭИИМ. Методы повышения пропускной способности системы связи.

Тема 5. Случайные сигналы и процессы. Замирания сигналов.

Содержание лекции. Причины появления замираний сигналов. Математическое описание интерференционных замираний, а также медленных и селективно-частотных замираний. Корреляционные свойства замираний для наземных и спутниковых радиоканалов. Вероятностные законы распределения замираний и их особенности. Алгоритмы обработки сигналов.

Тема 6. Модели сообщений, сигналов и помех.

Содержание лекции. Математические модели сигналов в каналах связи без замираний. Отражение, преломление и рассеяние радиосигналов при распространении. Математические модели сигналов в многолучевых радиоканалах.

Тема 7. Методы анализа радиосистем.

Содержание лекции. Тактико-технические требования к радиосистемам в разных условиях эксплуатации. Пути обеспечения необходимого системе энергопотенциала. Надежность и долговечность систем. Помехозащищенность передачи информации.

Тема 8. Помехоустойчивое кодирование сигналов.

Содержание лекции. Избыточность при передаче информации. Коды обнаружения ошибок. Классификация помехоустойчивых кодов. Методы помехоустойчивого кодирования сигналов при передаче дискретных сообщений. Блочные и циклические коды.

Тема 9. Оптимальный прием и потенциальная помехоустойчивость.

Содержание лекции. Основные критерии приема информации. Обработка сигналов при воздействии шума и помех. Прием сигналов как статистическая задача. Оптимальный прием непрерывных сообщений. Оптимальный прием дискретных сообщений.

Содержание практических занятий по дисциплине

Тема 1. Организация наземных и спутниковых сетей передачи информации.

Содержание темы. Изучаются методы построения сетей связи и организации наземных радиолиний. Определяются требования к аппаратуре линий связи в зависимости от назначения систем связи. Производится анализ используемого оборудования.

Тема 2. Практическое использование частотных диапазонов.

Содержание темы. Изучаются методы расчета при распространение радиоволн в разных частотных диапазонах. Рассмотрены особенности частотных диапазонов спутниковой и наземной связи. Изучаются нормы на электромагнитную совместимость радиосредств

Тема 3. Каналы связи.

Содержание темы. Определение требований к радиоканалам ближней и дальней связи.

Каналы проводной и опто-волоконной связи. Методы и оборудование акустической связи с подводными лодками. Радиоканалы спутниковой связи.

Тема 4. Характеристики систем передачи информации.

Содержание темы. Принципы организации радиовещания как национального, так и глобального. Теоретические основы радиорелейной радиосвязи. Методы организации радиорелейной и спутниковой связи.

Тема 5. Случайные сигналы и процессы. Замирания сигналов.

Содержание темы. Изучаются статистические особенности сигналов при приеме. Методы противодействия замираниям сигналов. Селективно-частотные замирания и их особенности. Основные алгоритмы обработки сигналов.

Тема 6. Модели сообщений, сигналов и помех.

Содержание темы. Изучаются математические модели сигналов в системах связи, в зависимости от методов построения систем связи и применяемых видов модуляции. Исследуются особенности непрерывных и дискретных сигналов и влияние как узкополосных, так и заграждающих помех.

Тема 7. Методы анализа радиосистем.

Содержание темы. Требования к достоверности передачи информации. Изучаются критерии качества передачи информации для аналоговых и для цифровых систем. Исследуются методы повышения качества передачи информации. Расчет энергопотенциала системы связи.

Тема 8. Помехоустойчивое кодирование сигналов.

Содержание темы. Свойства и потенциальные возможности помехоустойчивого кодирования. Изучается основная теорема Клода Шеннона о пропускной способности каналов передачи информации. Рассматриваются возможные компромиссы по организации радиосвязи для достижения максимальной помехоустойчивости, либо скорости передачи, или сокращения полосы частот, занимаемой системой связи.

Тема 9. Оптимальный прием и потенциальная помехоустойчивость.

Содержание темы. Статистическая обработка сигналов. Изучаются алгоритмы обработки сигналов при передаче и при приеме информации с целью повышения достоверности передачи информации. Основные критерии и правила принятия решения. Оптимальные приемники непрерывных и цифровых сигналов.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Вопросы для рейтинг-контроля

Рейтинг-контроль 1

1. Чем отличаются частотные диапазоны, кроме номиналов частот?
2. Какие частотные диапазоны пригодны для подводной связи?
3. В каких радиоканалах систем космического базирования можно использовать миллиметровый диапазон радиоволн?
4. Почему помехоустойчивость является одной из основных характеристик систем связи?
5. От чего зависят основные характеристики радиоканала?
6. Как различаются каналы радиорелейной связи?
7. Какие основные ограничения имеют системы передачи информации?

Рейтинг-контроль 2.

1. Как можно использовать статистические характеристики радиоканалов?
2. Какие виды замираний сигналов Вам известны?
3. Чем обусловлены медленные замирания сигналов?
4. Что является причиной быстрых замираний радиосигналов?
5. Как обеспечивается адекватность моделей?
6. Какие законы распределений замираний наиболее часто встречаются на линиях связи?
7. Почему гидрометеоры всех видов отрицательно влияют на распространение сигналов?

Рейтинг-контроль 3

1. Какие методы анализа линейных цепей широко применяются ?
2. Чем отличается векторный анализ цепей от методов Кирхгофа?
3. В чем отличия методов анализа цепей постоянного и переменного токов?
4. Почему задача обнаружения сигнала является частным случаем общей задачи статистической проверки гипотез?
5. Что такое байесовский критерий минимума среднего риска?
6. Что такое отношение правдоподобия?
7. С каким приемником определяется потенциальная помехоустойчивость?

5.2. Вопросы к экзамену

1. Основы сотовой радиосвязи.
2. Основные характеристики систем связи.
3. Особенности радиоканалов спутниковой связи.
4. Радиоканалы коротковолновой связи.
5. Тропосферные радиоканалы.
6. Теорема Шеннона и ее применение.
7. Компромиссы при разработке систем связи.
8. Что такое замирания сигналов и от чего они зависят.
9. Основные методы борьбы с замираниями сигналов.
10. Математические описания аналоговых и цифровых сигналов.
11. Задержки передачи сигналов.
12. Математическое описание медленных замираний сигналов.
13. Математические описания быстрых замираний сигналов.
14. Многолучевое распространение сигналов и его положительные и отрицательные стороны.
15. Законы анализа линейных цепей постоянного тока.
16. Законы анализа цепей переменного тока.
17. Методы помехоустойчивого кодирования.
18. Характеристики помехоустойчивых кодов.
19. Оптимальный прием сигналов.
20. Критерии оптимального приема.

5.3. Задания к СРС.

В рамках выполнения задания к СРС магистрант подготавливает реферат и защищает его во время рейтинг-контроля по следующей тематике:

1. Радиоканалы с отражением волн от ионосферы.
2. Радиоканалы подземной и подводной связи.

3. Радиоканалы спутниковых систем.
4. Свойства аналоговых систем передачи информации.
5. Цифровые системы связи и их особенности.
6. Стохастические процессы замираний сигналов.
7. Методы борьбы с замираниями сигналов.
8. Методы передачи цифровых сообщений.
9. Цифровые видео и радиосигналы.
10. Основные свойства диапазона миллиметровых волн
11. Пропускная способность радиоканалов.
12. Основные методы линейного анализа.
13. Помехоустойчивые коды.
14. Критерии оптимального приема.
15. Методы организации избыточности сигналов.
16. Методы управления аналоговыми сигналами.
17. Методы управления цифровыми сигналами.

Фонд оценочных материалов для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы, автор, название, вид издания, издательство	Год издания	Книгообеспеченность	
		Кол-во экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
Основная литература			
Теория электрической связи : учебник / Л.Л. Клюев. — М. : ИНФРА-М, 2019. — 447 с. — (Высшее образование). - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/959934	2016	2	http://znanium.com/catalog/product/959934
Самойлов, А.Г. Устройства генерирования и формирования сигналов: учеб. пособие / А.Г. Самойлов, С.А. Самойлов; Владим. Гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2018. - 240 с. – ISBN 978-5-9984-0855-7	2018	22	+
Радиотехнические цепи и сигналы : учеб. пособие для вузов, Гоноровский, И. С., 2006			
Дополнительная литература			
Учебное пособие. Полушин П.А. Математический аппарат теории сигналов и систем Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых.- Владимир: Изд-во ВлГУ, 2018. ISBN 978-5-9984-0887-8	2018	10	+
Математические методы в системах поддержки принятия решений [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / А.Н. Катулев, Н.А. Северцев. - М. : Абрис, 2012. - /ISBN9785437200391.html	2012		https://www.livelib.ru/pubseries/719872-statisticheskaya-teoriya-svyazi
Трифонов А.П., Шинаков А.С. Совместное различение сигналов и	1986		https://www.livelib.ru/pubseries/719872-

оценка их параметров на фоне помех . - М.: Радио и связь. - 1986. - 264 с.			statisticheskaya-teoriya-svyazi
--	--	--	---------------------------------

6.2 Периодические издания

Отечественные журналы:

- Радиотехника;
- Проектирование и технология электронных средств;
- Приборы и техника эксперимента;
- Цифровая обработка сигналов.

Зарубежные журналы:

- IEEE Transactions on Communications;
- IEEE Transactions on Signal Processing;

6.3. Интернет ресурсы

- Ивановский Р.Ю. Радиопередающие устройства. Свободный доступ. https://www.youtube.com/watch?v=v5eM_kajVMU
- Радиопередающие устройства. Свободный доступ. <https://www.prlib.ru/catalog/51942>
- Садовомский А.С. Приёмо-передающие радиоустройства и системы связи. Свободный доступ. <http://window.edu.ru/resource/186/45186/files/53.pdf>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины используются лекционные помещения для проведения занятий в ауд. 301-3.

Рабочую программу составил профессор каф. РТ и РС  Самойлов А.Г.

Рецензент,

Генеральный директор ОАО

«Владимирское КБ радиосвязи», к.т.н.  Богданов А.Е.

Программа одобрена на заседании каф. РТ и РС

Протокол № 1 от 30.08.2021

Заведующий кафедрой РТ и РС  Никитин О.Р.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления

Протокол № 1 от 1.09.2021 года

Председатель комиссии  Никитин О.Р.

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ

РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИН

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____ Никитин О.Р.

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____ Никитин О.Р.

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____ Никитин О.Р.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины «Радиопередающие устройства»
образовательной программы направления подготовки 11.03.01 Радиотехника, направленность: Электронные
цифровые устройства и системы (бакалавр)

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабо- чей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола засе- дания кафедры)
1			
2			

Заведующий кафедрой _____ / _____

Подпись

ФИО